（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

令和７年度　海外派遣研究員研究報告書〔研究実績〕

令和８年４月２４日

日本大学理事長　　殿
日 本 大 学 学 長　　殿

所属　経済学部（ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙ社会文化研究センター）
資格・氏名　准教授・越澤　亮

令和７年度海外派遣研究員（長期）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　長期

２　研 究 課 題

サッケードストラテジーによるボール到達位置予測時のｅスポーツ選手の視覚処理様式に関する研究

３　派 遣 期 間　　西暦 2025 年 4 月 2 日～2026 年 4 月 8 日

４　派　遣　先　　○チェコ共和国，ポーランド，韓国

５　研 究 目 的

近年，eスポーツは急速に発展し，高度な認知能力を要する競技領域として，神経科学および認知科学の観点から世界的な注目を集めている。特に First-Person Shooter（FPS）においては，ミリ秒単位の精度で動的な視覚情報を予測・処理する能力が競技パフォーマンスの中核をなしており，この予測的視覚処理の神経基盤を解明することは，スポーツ神経科学における重要な課題である。

しかしながら，競技 FPS プレイヤーが予測的サッカード（視線の先読み運動）においていかなる視覚運動戦略を用いるか，またそれを支える神経機構については，これまで十分に検討されていなかった。

本研究の目的は，競技レベルの FPS 専門プレイヤーと非 FPS 群を比較することにより，FPS 専門経験が予測的視覚運動制御に与える影響を実証的に明らかにすることである。具体的には，(1) 予測的サッカードの開始タイミングおよび目標到達位置の空間的予測精度を行動指標として，(2) 脳波（EEG）の low beta（12–16 Hz）帯域活動を神経指標として，それぞれ検討した。これにより，eスポーツにおける専門的認知スキルの神経科学的基盤に関する新知見の獲得を目指した。

6　研 究 概 要

①研究の方法

本研究は，Koshizawa et al.（2025）が確立した予測的サッカード課題パラダイムを基盤とし，FPS 専門プレイヤーと非 FPS プレイヤーとのグループ比較という新たな視点を加えて実施した。

参加者は，Faculty of Physical Education and Sport at Charles University およびゲーミングコミュニティから募集した現役ゲームプレイヤー17 名（平均年齢 22.82 歳，男性 15 名・女性 2 名）であった。そのうち，VALORANT・Counter-Strike・Call of Duty などを主要なゲームジャンルとし，オンライン・オフラインのトーナメント参加経験を有するプレイヤーを FPS 専門群（n＝6）に，競技レベルの FPS 経験を持たない参加者を非 FPS 群（n＝11）に分類した。

実験課題では，ディスプレイ上を放物線軌道で移動する赤色円形ターゲットを用いた目標到達位置予測課題を実施した。ターゲットは軌道の前半（0–2.3 秒）のみ可視とし，後半（2.3–4.6 秒）は遮蔽された。参加者には，(1) 起動位置への注視，(2) 予測到達位置への予測的サッカード実行，(3) 予測位置への固視維持，(4) 推定到達時刻でのボタン押しという 4 段階の手順を指示した。軌道条件は CLOSE・MID・DISTANT の 3 種をランダムに提示し，全体で 6 ブロック×30 試行を実施した。

視線行動は赤外線アイトラッキングシステム（Gazefinder®，JVC ケンウッド）により記録し，Gaze 座標を 50Hz でサンプリングした。行動指標としては，ボタン押し時点での視線位置と実際の目標到達位置との空間的誤差（Position Error: PE）および時間的誤差（Response Error: RE）を算出した。さらに時系列 PE を 20ms 間隔で算出し，各群における予測精度の時間的推移を分析した。

脳波（EEG）は，国際 10–20 法に基づく 20 チャンネル電極配置（PolymatePro MP6100，ミユキ技研）にて 1000Hz でサンプリングした。信号処理として，1–40Hz のバンドパスフィルタリング，共通平均参照（CAR），振幅基準（±100μV）によるアーティファクト除去を実施した。分析の焦点として，先行研究と整合する low beta 帯域（12–16Hz）の瞬時振幅エンベロープを Hilbert 変換により抽出し，時系列統計解析を行った。統計的検定としては，眼位データには独立サンプル t 検定と Benjamini–Hochberg FDR 補正を適用し，EEG データには時間的・空間的多重比較を制御するためのクラスタベース置換検定（1,000 置換）を用いた。なお，EEG 解析は視覚追従フェーズ（0–2,300ms）に限定し，ボタン押し反応に伴う運動関連活動との混入を回避した。

②渡航先での活動内容

本在外研究は，2025 年 4 月よりチェコ共和国プラハに位置するカレル大学体育スポーツ学部（Faculty of Physical Education and Sport, Charles University）に滞在し，実施した。

本研究実施に当たってカレル大学を派遣先に選んだ理由として，最も重要な点はカレル大学が世界有数の e スポーツ研究・教育拠点を有していることである。同大学は e スポーツ専門のアカデミーセンターを擁し，競技 FPS プレイヤーを含む多様な

レベルのゲームプレイヤーへのアクセスが可能な環境を整えている。本研究の核心的課題である FPS 専門群（競技・トーナメント参加経験者）の実験参加者リクルートは，日本国内では著しく困難であり，カレル大学の研究環境なくしては研究自体が成立しなかった。また，日本よりもチェコを中心とした欧州において e スポーツが学術的・社会的に高度に制度化されていることも，研究の国際的な文脈形成において不可欠であった。

実験・解析・論文作成（2025 年 4 月～2026 年 3 月）

主に 2025 年 4 月から 10 月にかけて，カレル大学 e スポーツセンターのネットワークを活用した実験参加者リクルートを行い，同年 8 月から 10 月にかけて EEG およびアイトラッキングを用いた実験データを収集した。なお，リクルートと実験はその他の期間においても再現性等の検討のため継続的に実施した。その後，データ解析を行い，11 月より国際誌への投稿原稿を執筆した。査読者からのリバイズ指摘に対する対応を経て，2026 年 3 月に Frontiers in Systems Neuroscience への掲載が実現した。

国際学会での基調講演（2025 年 5 月）

同年 5 月には，カレル大学が主催する国際学術イベント「Scientia Movens 2025」において，自身の研究内容に関する Keynote Speech（基調講演）を担当した。e スポーツと神経科学を統合した研究アプローチについて国際的な聴衆に向けて発信し，研究の可視性と学術的ネットワークの拡充に貢献した。

e スポーツ世界大会の現地視察（2026 年 2 月）

2026 年 2 月には，ポーランドのクラクフで開催された e スポーツの国際大会（IEM Katowice/Kraków）を現地観戦した。試合中の競技 FPS プレイヤーの視線・操作パターン，会場における演出・観客動員の規模感，Intel 等主要スポンサーの関与といった知見を直接体感することで，e スポーツを競技スポーツとして捉える研究的視野を深めることができた。特に，競技者が微細なマウス操作・ミニマップ確認・マップ切り替えを高度なマルチタスクとして処理している様子は，本研究の認知神経科学的知見と強く結びつくものであった。

Comic-Con Prague 2026 への参加（2026 年 3 月）

2026 年 3 月には，カレル大学 e スポーツセンターのメンバーとして，プラハで開催された Comic-Con Prague 2026 に参加した。同イベントには 3 日間で 28,000 人以上が来場し，チェコ最大のポップカルチャーイベントとなった。学部ブースでは握力測定・反射神経テスト・GSPORT コースなどの体験企画を通じて e スポーツと身体活動の融合を一般市民に向けて発信するとともに，カレル大学 e スポーツセンターの研究活動についても紹介・広報を行った。学術知見を社会に還元するアウトリーチ活動として有意義な機会となった。

研究成果報告会（2026 年 3 月）

帰国前に在外研究の成果をカレル大学の教職員に向けてプレゼンテーションし，多大な反響と好評を得た。現地研究者との活発な意見交換を通じ，今後の共同研究に向けた具体的な議論も展開された（「国際的研究ネットワークの維持・発展」に詳細記載）。

7　研究結果・成果

本在外研究の最大の成果は，国際誌 Frontiers in Systems Neuroscience（2026 年 3 月 9 日掲載，DOI: 10.3389/fnsys.2026.1775973）への論文掲載である。論文タイトルは「Enhanced predictive saccade strategies and spatial prediction accuracy in first-person shooter-specialized players」であり，著者は Koshizawa R, Ledvina Z, Pospíšil J, Peleška O（カレル大学体育スポーツ学部との国際共同研究）である。以下に主要な研究成果を述べる。

行動指標（視線行動）に関する成果

FPS 専門群と非 FPS 群を比較した結果，時間的予測精度（Response Error: RE）には両群間で有意差が認められなかった。一方，空間的予測精度（Position Error: PE）においては，FPS 専門群が有意に小さい値を示した（FPS 専門群 : 2.00±0.11°，非 FPS 群 : 3.04±0.45°，p＝0.046，Cohen's d＝0.85）。これは，競技 FPS 経験が空間的予測精度の選択的向上をもたらすことを示す知見である。

時系列分析においては，FPS 専門群が目標開始後約 0.50 秒から試行終了時（4.60 秒）にわたって，有意に小さい PE と早い水平方向への視線移動を示した。この結果は，FPS 専門プレイヤーが動き始めの初期から運動速度・方向情報を迅速に抽出し，目標の到達位置へ向けた先読み的な視線移動（予測的サッカード）を早期かつ正確に実行することを示している。一方，非 FPS 群は運動方向前方への偏った事前固視戦略を採用しており，これが flash-lag 効果的な知覚バイアスを生じさせ，空間予測の遅延に繋がっていたと解釈された。

神経指標（EEG）に関する成果

EEG の low beta 帯域（12–16Hz）活動の時系列分析により，FPS 専門群において刺激提示後 0.554–0.619 秒という狭い時間窓内に，右半球 BA7（後頭頂葉：空間予測・座標表現），左半球 BA40（縁上回：多感覚統合・視覚運動変換），左半球 BA6（運動前野 : 予測的運動計画）の 3 領域が時間的に協調して活性化することが明らかとなった。この 3 領域の協調的賦活パターンは，内的に維持された視覚運動表現に基づく予測的サッカード制御を支える，統合的な視覚運動ネットワークの存在を示唆している。特に，右 BA7 が「どこへ」という空間目標を規定し，左 BA6 が「いつ・いかに」という運動コマンドを生成し，左 BA40 がそれらを結ぶハブとして機能するという機

能的分業構造は，FPS ゲームプレイによって培われた予測的視覚運動制御の神経的基盤として，国際的にも新規性の高い知見である。

以上の結果は，競技 FPS 経験が「反応的な」視覚処理だけでなく，「予測的な」視覚運動制御という高次認知プロセスにおいて顕著な優位性をもたらすこと，その背景には特定の皮質領域ネットワークの協調的動員があることを初めて実証したものである。

社会的反響

本研究成果はジャーナル掲載からわずか数日以内に，チェコ国内のゲーミングメディア（playzone.cz）において「国際的な共同研究プロジェクト」として大きく取り上げられ，学術界のみならず一般社会からも高い関心を集めた（参照：https://www.playzone.cz/clanky/228836-cesko-posouva-esport-mezinarodni-vyzkum-jej-propojuje-se-sportem-bezpecnostnimi）。e スポーツという現代的なテーマに関する神経科学的エビデンスとして，科学コミュニティを超えた広範な社会的インパクトを生み出した点は，本研究の意義を一層強調するものである。

今後の展開・発展

学術的発展

本研究で得られた知見は，今後の複数の発展的研究に繋がるものである。まず，EEG 高密度化・ソース推定法や EEG–fMRI 多モーダル計測の導入により，BA7–BA40–BA6 間の機能的ネットワーク結合をより精密に解析することが課題として挙げられる。また，本研究では遮蔽期間中の EEG 解析が課題設計上の制約から困難であったが，反応遅延パラダイム等を用いた遮蔽中の予測維持過程の神経機構の解明も重要な研究テーマである。さらに，より大規模なサンプルおよびプロ・セミプロレベルの e スポーツ選手を対象とした検討，ならびに性差に関する検討も今後の展開として不可欠である。

国際的研究ネットワークの維持・発展

本在外研究を通じて構築されたカレル大学との国際研究連携は，今後も継続・発展させていく価値のある重要な資産である。カレル大学側からは，帰国後も客員研究員等の身分による継続的な共同研究に向けた招聘の意向が示されているおり，チェコ国内の e スポーツ研究拠点の発展を継続的にサポートする役割を担うことへの期待が寄せられている。申請者自身も，こうした国際的ネットワークを維持・発展させることが，所属機関および日本の当該研究分野全体への寄与に直結すると考えており，本学を起点とした日本とチェコ間の学術交流の深化に引き続き積極的に貢献していく所存である。

（ 様式D－２ ）

カレル大学は e スポーツ専門のアカデミーセンターを世界に先駆けて整備した大学の一つであり，同センターを通じた競技プレイヤーへのアクセスと欧州の e スポーツコミュニティとの有機的な繋がりは，日本国内では代替困難な研究リソースである。本在外研究で培った共同研究体制・研究環境・人的ネットワークを継続的に活用することで，e スポーツ神経科学という新興領域において国際的な研究リーダーシップを発揮することを目指す。

以　　上